



| | | | |
|--|--|--|--|
| (51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : | | A1 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/00229 |
| C02F 11/12 | | | (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 3. Januar 1997 (03.01.97) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP96/02633 | | (81) Bestimmungsstaaten: AU, BG, BR, CA, CN, CZ, EE, HU, JP, KR, LT, LV, MX, NO, NZ, PL, RO, RU, SG, SK, TR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). | |
| (22) Internationales Anmeldedatum: 18. Juni 1996 (18.06.96) <i>19. Dec 97/31. Nov. 95</i> | | (20) Prioritätsdatum: 19. Juni 1995 (19.06.95) DE | |
| (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SEP GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE STUDIEN, ENTWICKLUNG, PLANUNG MBH [DE/DE]; Carl-Zeiss-Ring 15, D-85737 Ismaning (DE). | | Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i> | |
| (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GAISER, Peter [DE/DE]; Rotschwaigestrasse 10, D-80997 München (DE); KOWALCZYK, Dieter [DE/DE]; Blumenstrasse 1, D-83075 Bad Feilnbach (DE). | | | |
| (74) Anwalt: KUHNEN, WACKER & PARTNER; Alois-Steinecker-Strasse 22, D-85354 Freising (DE). | | | |
| <p>(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR CONTINUOUSLY DRYING PROTEIN-CONTAINING SLUDGE</p> <p>(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KONTINUIERLICHEN TROCKNUNG VON PROTEIN ENTHALTENDEM SCHLAMM</p> <p>(57) Abstract</p> <p>A process and device are disclosed for continuously drying protein-containing sludge, in particular sewage sludge, in a fluidised bed (20) inside a drying container (13). A drying gas flows through the fluidised bed (20) while partially dewatered sludge (6) in granulate form (21) is added to the fluidised bed (20) and dried sludge (10) is removed therefrom. The granulates (21) are formed without admixture of dry substances and granulated preferably at the same time as they are pressed. Sewage sludge may thus be dried without admixture or recycling of dried substances, so that a highly efficient plant is obtained. In addition, a granulated dry material is produced that may be used in various ways.</p> | | | |
| | | | |

(57) Zusammenfassung

Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur kontinuierlichen Trocknung von Protein enthaltendem Schlamm, insbesondere Klärschlamm, in einer Wirbelschicht (20) in einem Trocknungsbehälter (13). Die Wirbelschicht (20) wird von einem Trocknungsgas durchströmt, während ihr teilentwässerter Schlamm (6) in Granulatform (21) zugeführt, sowie getrockneter Schlamm (10) entnommen wird. Die Granulatkörper (21) werden dabei ohne Zugabe von Trockensubstanz ausgebildet und der Granuliervorgang ist vorzugsweise mit einer Pressung verbunden. Damit kann die Trocknung des Klärschlammes ohne Rückführung oder Beimengung von Trockengut durchgeführt werden, wodurch ein hoher Wirkungsgrad der Anlage erreicht wird. Ferner entsteht so ein komartiges Trockengut, das vielseitig weiterverwendet werden kann.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | |
|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|
| AM | Armenien | GB | Vereinigtes Königreich | MX | Mexiko |
| AT | Österreich | GE | Georgien | NE | Niger |
| AU | Australien | GN | Guinea | NL | Niederlande |
| BB | Barbados | GR | Griechenland | NO | Norwegen |
| BE | Belgien | HU | Ungarn | NZ | Neuseeland |
| BF | Burkina Faso | IE | Irland | PL | Polen |
| BG | Bulgarien | IT | Italien | PT | Portugal |
| BJ | Benin | JP | Japan | RO | Rumänien |
| BR | Brasilien | KE | Kenya | RU | Russische Föderation |
| BY | Belarus | KG | Kirgisistan | SD | Sudan |
| CA | Kanada | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | SE | Schweden |
| CF | Zentrale Afrikanische Republik | KR | Republik Korea | SG | Singapur |
| CG | Kongo | KZ | Kasachstan | SI | Slowenien |
| CH | Schweiz | LI | Liechtenstein | SK | Slowakei |
| CI | Côte d'Ivoire | LK | Sri Lanka | SN | Senegal |
| CM | Kamerun | LR | Liberia | SZ | Swasiland |
| CN | China | LK | Litauen | TD | Tschad |
| CS | Tschechoslowakei | LU | Luxemburg | TG | Togo |
| CZ | Tschechische Republik | LV | Lettland | TJ | Tadschikistan |
| DE | Deutschland | MC | Monaco | TT | Trinidad und Tobago |
| DK | Dänemark | MD | Republik Moldau | UA | Ukraine |
| EE | Estland | MG | Madagaskar | UG | Uganda |
| ES | Spanien | ML | Mali | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| FI | Finnland | MN | Mongolei | UZ | Usbekistan |
| FR | Frankreich | MR | Mauritanien | VN | Vietnam |
| GA | Gabon | MW | Malawi | | |

dung als Düngemittel wird eine nur im engen Bereich variierende Korngröße gefordert, die der von Mineraldüngern entsprechen soll, damit der getrocknete Schlamm ohne maschinelle Umstellung auf den Feldern ausgebracht
5 werden kann.

Aus der DE 39 02 446 C1 ist bekannt, Klärschlamm zur Trocknung in eine indirekt beheizte fluidisierte Sandschicht einzubringen. Bei diesem Verfahren wird der
10 Schlamm derart vorgetrocknet, daß er noch einen Wasseranteil von ca. 40% aufweist. Damit ist er noch in pumpfähigem Zustand, hat jedoch die sog. "Leimphase", bei der die Gefahr besteht, daß das Material in sich und am Gehäuse verklebt, bereits vor dem Einbringen in die
15 Sandschicht überschritten. Von Nachteil bei diesem Verfahren ist, daß der Klärschlamm in der Sandschicht während der Trocknung vollständig zu Staub zerrieben wird.

Aus der DE 42 42 747 A1 ist ein Verfahren der
20 Wirbelschichttrocknung von Schlamm ohne trockene Fremdstoffe wie Sand bekannt. Durch die heftigen Reibbewegungen der Partikel in der Wirbelschicht entsteht Abrieb, der als Feinstaub vorliegt. Bei diesem bekannten
25 Verfahren wird ca. 90 % des getrockneten Schlamms wieder dem teilentwässerten Schlamm vor der Trocknung zugemischt. Damit wird erreicht, daß beim Trocknungsvorgang die sogenannte "Leimphase", die bei einem Trockensubstanzgehalt von ca. 40 bis 60 % auftritt, schnell
30 überbrückt wird.

Nachteilig an diesem Verfahren ist der geringe Wirkungsgrad, da nur jeweils ca. 10 % des getrockneten
35 Schlammes entnommen werden können, sowie der hohe Feinstaubgehalt mit Partikeldurchmessern bis zu 500 µm, der

Beschreibung**5 Verfahren und Vorrichtung zur kontinuierlichen Trocknung von Protein enthaltendem Schlamm**

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur kontinuierlichen Trocknung von Protein enthaltendem Schlamm, insbesondere Klärschlamm, in einer Wirbelschicht, die von einem Trocknungsgas durchströmt wird, wobei der Wirbelschicht teilentwässerter Schlamm in Granulatform zugeführt und getrockneter Schlamm entnommen wird, bzw. die einen Trocknungsbehälter, mit einem unteren Vorlageraum für das Trocknungsgas und einer gasdurchlässigen Abstützung für die Wirbelschicht, eine Zuführeinrichtung für den teilentwässerten Schlamm und eine Entnahmeeinrichtung für den getrockneten Schlamm aufweist, wobei die Zuführeinrichtung eine Granuliereinrichtung aufweist.

Schlämme der hier in Rede stehenden Art fallen z.B. in Kläranlagen für kommunale oder industrielle Abwässer mit mindestens einer biologischen Behandlungsstufe, bei der Papierherstellung oder etwa als Ölschlamm an und haben in der Regel einen Trockensubstanzgehalt von 2 bis 5 %. Durch eine mechanische Vorentwässerung wird der Trockensubstanzgehalt meist auf 20 bis 30 % erhöht. Zur weiteren Verwendung, z.B. der Deponierung, als Zuschlagsstoff, als Brennstoff oder als Düngemittel ist eine weitergehende Trocknung erforderlich. Meist wird eine Lagerfähigkeit und eine ausreichende Mahlfähigkeit gefordert, die erst bei Trockensubstanzgehalten von über 90 % erreicht wird, in denen der getrocknete Klärschlamm biologisch stabil ist. Speziell bei der Anwen-

5 Diese Aufgabe wird verfahrenstechnisch dadurch gelöst, daß die Granulatkörper ohne Zugabe von Trockensubstanz ausgebildet werden und daß der Granuliervorgang vorzugsweise mit einer Pressung verbunden ist, sowie vorrichtungstechnisch dadurch, daß die Zuführeinrichtung frei ist von einer Zumischeeinrichtung für Trockensubstanz.

10 Damit werden überraschende Vorgänge in der Wirbelschicht für die Schlammtrocknung nutzbar gemacht. So hat sich gezeigt, daß es durch die Granulatform möglich ist, die Leimphase im Trocknungsbehälter zulassen zu können.

15 20 25 Bei diesem kontinuierlichen Verfahren enthält die Wirbelschicht kornartig ausgebildete Partikel in allen Stadien der Trocknung. Hierdurch kann die Rückführung von getrocknetem Gut vermieden werden, da sich im Trocknungsbehälter stets eine zur raschen Überwindung der Leimphase ausreichende Menge an getrocknetem Granulat befindet. Durch die Vermischung mit dem getrocknetem Granulat wird ein schnelleres oberflächenseitiges Abtrocknen auf einen Trockensubstanzgehalt von über 60 % erreicht, weshalb das Granulat nur kurzzeitig der Gefahr des Verklebens ausgesetzt ist.

30 35 Ein weiterer überraschender Vorteil ist der, daß der durch Abrieb von bereits getrocknetem Granulat gebildete Staub zum großen Teil an die noch feuchten und die sich noch in der Leimphase befindenden Partikel in der Wirbelschicht gebunden wird. Dadurch wird sowohl die Staubmenge reduziert als auch eine Belagbildung an Anlagenteilen und ein Verkleben von Partikeln in der Leimphase wirksam verhindert. Dies gilt insbesondere

bei diesem Verfahren bis zu 20 % der Gesamtmasse des getrockneten Schlammes betragen kann. Weiterhin besteht ohne zusätzliche Vorsorgemaßnahmen die Gefahr von Selbstentzündungen mit dem Luftsauerstoff und von 5 Staubexplosionen aufgrund des hohen Feinstaubgehaltes.

Aus der DE 29 43 558 A1 ist schließlich ein Verfahren zum Verarbeiten von Klärschlamm bekannt, bei dem mechanisch vorentwässerter Klärschlamm granuliert und 10 in einem Fließbettrockner getrocknet wird. Zum Granulieren des mechanisch vorentwässerten Schlammes wird hierzu im Mischgranulator u.a. getrocknetes Granulat beigemischt. Das so gebildete Mischgranulat hat bereits 15 einen relativ hohen Trockensubstanzgehalt und ist somit bei Eintritt in die Wirbelschicht bereits jenseits der "Leimphase". Durch das Bereitstellen des Schlammes in Granulatform, also in Form einer Vielzahl von Granulatkörnern, erhält man eine große Partikeloberfläche und somit einen guten Wärmeübergang vom Trocknungsgas. Da- 20 mit lässt sich die eingesetzte Energie im Prinzip effi- zient nutzen.

Jedoch ist der Wirkungsgrad dieses Verfahrens auf- grund der Rückführung bzw. Zumischung von Trockensub- 25 stanz relativ gering.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Trocknung von Protein enthaltendem Schlamm, insbesondere Klärschlamm, der eingangs angege- 30 benen Gattung zu schaffen, mit dem bzw. der sowohl der Zusatz von Fremdstoffen in der Wirbelschicht als auch die Rückführung von bereits getrocknetem Schlamm und Staub in den Prozeß vermieden werden kann, der Wirkungsgrad somit ansteigt und der Energieverbrauch 35 sinkt.

Die Größe und Form des getrockneten Granulats kann durch Einsatz verschiedenartiger Granulatoren und durch Variation der Betriebsparameter bei der Korngestaltung beeinflußt werden. Damit wird eine enge Korngrößenverteilung bei einem Korndurchmesser von wenigen Millimetern und eine Anpassung an den Anwendungsfall sowie an Kundenwünsche erreicht, z.B. für den Einsatz in Düngemittelstreuern oder zum Einblasen mit Druckluft in Verbrennungsanlagen.

10

Wenn das Granulat durch entsprechende technische Vorrichtungen unmittelbar nach seiner Modellierung und im freien Fall auf die Wirbelschicht aufgebracht wird, kann ein Verklumpen der Körner und ein Verkleben an Anlagenteilen vermieden und eine gute Vermischung mit den bereits angetrockneten Partikeln erreicht werden.

20 Eine unmittelbare Einbringung des Granulats unterhalb der Oberfläche der Wirbelschicht sorgt dafür, daß das Granulat sofort dem Trocknungsvorgang ausgesetzt ist.

25 Wenn ein Granulatvorprodukt, etwa in Form von eingekerbten Stäben, verwendet wird, läßt dies eine Vereinfachung des Formgebungsverfahrens und der Granulier- einrichtung zu, ohne die Qualität des Endproduktes zu mindern.

30 Durch eine Beschränkung der aufgebrachten Granulatkörner auf einen bestimmten Durchmesserbereich, d.h. der Verleihung einer bestimmten Partikelform und -größe, kann die diesbezügliche Forderung der Anwender hinsichtlich der Lagerungs-, Transport- und Verwendungsfähigkeit des Endproduktes erfüllt werden.

35

dann, wenn das Trocknungsgas ohne Staubabscheidung im Kreis geführt wird und nur bei dem den Trockner verlassenden Brüden eine Staubabscheidung durchgeführt wird.

5 Ferner ist die mit der Formgebung durch eine in der Funktion eines Granulators vorgesehene Granuliereinrichtung verbundene Pressung des Granulats von Vorteil. Dadurch erhält das Granulat eine für die Trocknung in der Wirbelschicht vorteilhafte Anfangsstabilität. An-
10 sonsten besteht die Gefahr, daß die Partikel in der Wirbelschicht zerfallen und eine weitere Nutzung des Granulats nicht möglich wäre. Die neu zugeführten Par-
15 tikel werden in der Wirbelschicht mit den bereits ge-
trockneten Granulatkörnern durch das einströmende
15 Trocknungsgas vermischt und durch die gute Durchmi-
schung, die große Partikeloberfläche und die Wahl eines geeigneten Trocknungsgases wird ein schnelles Antrocknen bzw. Anbacken der Partikeloberfläche erreicht, wo-
mit das Granulat formstabil bleibt und die Granulatkör-
20 ner kaum miteinander verkleben.

Da das der Wirbelschicht zugeführte Granulat einen hohen Wasseranteil von in der Regel etwa 75 % enthält, schwinden die Partikel während der Trocknung. Aufgrund
25 des ungleichmäßigen Schwundes durch die schnelle Ober-
flächenantrocknung bei noch feuchtem inneren Zustand und des unterschiedlichen Abriebes entsteht im Verlauf des Trocknungsvorganges ein ungleichmäßig geformtes Trockengranulat mit Hohlräumen, in denen sich während
30 der Trocknung Staub einlagert.

Somit wird die Staubmenge deutlich reduziert und die Gefahr einer Staubexplosion ohne weitere Zusatzmaß-
nahmen gebannt.

Das Verfahren wird mit einem bereits getrockneten Granulat gestartet, da ein nur teilentwässerter Schlamm in sich und mit den Anlagenteilen verkleben könnte, und somit der Aufbau einer Wirbelschicht erschwert wäre.

5

Der Einsatz von Wärmetauschern mit entsprechenden Wärmetauscherflächen in der Wirbelschicht ermöglicht eine wirkungsvolle Einbringung von Wärmeenergie. Dies ist von erheblichem Vorteil, da der überhitzte Wasserdampf bereits in den ersten Zentimetern der Wirbelschicht erhebliche Energie an das Granulat abgibt.

Wenn Sattdampf mit vorzugsweise 5 bis 25 bar Überdruck als Heizmedium für die Wärmetauscher verwendet wird, kann die Übertragung einer großen Energiemenge bei relativ geringer Durchflußmenge an Heizmedium erreicht werden.

20 Durch einen geringfügigen Überdruck in der Trocknungsanlage wird das Eindringen von Luft über un dichte Stellen verhindert.

25 Ein geringfügiger Unterdruck verhindert dagegen den Austritt des ungereinigten Brüdens aus der Trocknungs anlage.

Ein weiterer Vorteil des Verfahrens ist, daß durch die Verdichtung des aus dem Schlamm ausgetriebenen Brüdens mit einer entsprechenden Verdichtungseinrichtung 30 und die anschließende Kondensation bei erhöhter Temperatur in einem Wärmetauscher, wie vorzugsweise dem Wärmetauscher in der Wirbelschicht, die Verdampfungs energie des ausgetriebenen Wassers als Kondensations wärme wiedergewonnen und in den Trocknungsprozeß zu-

Eine Trocknung des Schlammes auf Trockensubstanzgehalte von über 90 % gewährleistet die biologische Stabilität des Endproduktes.

5 Mit der vorzugsweise Verwendung von überhitztem Wasserdampf als Trocknungsmittel wird dessen hohe spezifische Wärmekapazität genutzt und ein sehr guter Wärmeübergang zum Trocknungsgut erreicht. Dadurch wird die Leimphase schnell überbrückt, die eingebrachte Energie
10 effizient genutzt und ein niedriger Energieverbrauch bewirkt.

Der ausgetriebene Brüden kann praktisch vollständig kondensiert und das Kondensat in die Kläranlage geleitet werden. Solange die Wasserdampftemperatur den Wert von ca. 150°C nicht übersteigt, wird die organische Masse des Klärschlammes kaum zersetzt. Der ausgetriebene Brüden enthält in diesem Fall nur geringe Mengen an nicht kondensierbaren Gasen, so daß nur kleine Abgasmengen gereinigt werden müssen und unter günstigen Bedingungen überhaupt keine Abgasreinigung erforderlich ist.

25 Ferner enthält der überhitzte Wasserdampf keinen Sauerstoff und bannt damit von vorne herein jede Gefahr einer Selbstentzündung des Trocknungsgutes und einer Staubexplosion im Behälter.

30 Da die Temperatur des Trocknungsgutes während des Trocknungsvorganges über der Siedetemperatur des Wassers liegt, entsteht im Wirkungsbereich des Wasserdampfes ein Umfeld, in dem noch im Schlamm vorhandene pathogene Keime abgetötet werden.

Durch eine druckdichte Ausführung des Trocknungsbehälters wird sowohl der Lufteintritt als auch der Austritt von ungereinigtem Brüden verhindert.

5 Die Erfindung wird in der folgenden Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die einzige Figur der Zeichnung zeigt ein Verfahrensfließbild einer erfindungsgemäßen Trocknungsanlage.

10 Eine Trocknungsanlage 1 weist einen Frischschlammbunker 2, eine Trocknungsvorrichtung 3, eine Entstauungsanlage 4 in Form eines Zyklons, und einen Trocken-
gutbunker 5 auf.

15 Teilentwässerter Schlamm 6 wird durch eine Frischschlammpumpe 7 vom Frischschlammbunker 2 zur Trocknungsvorrichtung 3 gepumpt, dort getrocknet und über eine Schnecke 8 und ein Becherwerk 9 zum Trocken-
gutbunker 5 verbracht. Der getrocknete Schlamm 10 wird
20 über einen Dosierschieber 11 in einen Transportbehälter 12 abgefüllt.

25 Die Trocknungsvorrichtung 3 weist einen Trocknungsbehälter 13, eine Zuführeinrichtung 14, ein Gebläse 15, einen Wärmetauscher 16 und eine Entnahmeeinrichtung 17 auf.

Der Trocknungsbehälter 13 hat einen unteren Vorlageraum 18, in dem durch das Gebläse 15 ein Dampfwirbelbett mit überhitztem Wasserdampf als Trocknungsgas aufgebaut und aufrechterhalten wird. Oberhalb einer gasdurchlässigen Bodenplatte bzw. Abstützung 19 bildet sich im Betrieb eine Wirbelschicht 20, deren Oberfläche 20a strichpunktiert ang deutet ist, aus, in der der
30 teilentwässerte Schlamm 6 getrocknet wird.
35

rückgeführt werden kann. Hierdurch wird der Energieverbrauch weiter gesenkt.

Die Vorrichtung läßt sich vorteilhaft ausgestalten,
5 da auf eine Zumischeeinrichtung für Trockensubstanz verzichtet werden kann. Damit läßt sich der vorrichtungstechnische Aufwand verringern und die Steuerung der Trocknungsanlage vereinfacht sich wesentlich.

10 Die Anordnung des Austrittsbereiches der Granuliereinrichtung oberhalb der Wirbelschicht ist von Vorteil, da die Austrittsöffnung so nicht durch die Beaufschlagung durch die Partikel beeinträchtigt wird.

15 Durch die Anordnung des Austrittsbereiches der Granuliereinrichtung innerhalb der Wirbelschicht wird erreicht, daß das Granulat sofort der Wirkung der Wirbelschicht ausgesetzt ist. Eventuell im Austrittsbereich der Granuliervorrichtung anklebende Partikel werden mit
20 fortschreitender Trocknung unter Einwirkung bereits weitgehend getrockneter Partikel der Wirbelschicht wieder abgelöst.

25 Von weiterem Vorteil ist es, wenn eine Granuliereinrichtung verwendet wird, bei der die Formgebung mit einer Pressung verbunden ist. Damit wird die Gefahr eines Verklebens der Granulatkörner im Granulator oder beim Transport in den Trockner verringert und es gelangt zudem weniger Außenluft in den Trockner hinein.
30 Zudem ist das Granulat beim Eintritt in die Wirbelschicht bereits wesentlich formstabilier als bei einem Granuliervorgang ohne Pressung, wie z.B. mit umlaufenden Messern.

staltung vorgegebene Größe bei und es entsteht getrocknetes, poröses Granulat mit einem Durchmesser von einigen Millimetern.

5 Der sich durch den Abrieb bildende Staub kann zum Teil an die sich oberflächenseitig noch in der Leimphase befindenden Partikel, zum Teil in den Hohlräumen der Granulatkörner angelagert werden.

10 In der Wirbelschicht 20 befindet sich der Wärmetauscher 16, der von einer Dampfversorgung 23 mit Sattdampf von 5 bis 25 bar Überdruck versorgt wird und damit die Wirbelschicht 20 beheizt. Damit wird der als Trocknungsmittel eingesetzte überhitzte Wasserdampf mit 15 Energie versorgt, um die an das Granulat 21 abgegebene Wärme zu ersetzen und so die Funktion aufrecht zu erhalten.

20 Der durch den Trocknungsprozeß verunreinigte überhitzte Wasserdampf, der sogenannte Brüden, wird über einen Auslaß 24 zur Entstaubungsanlage 4 abgeführt. Dort werden die Staub- und Feinkornanteile abgetrennt und über eine Zellradschleuse 25 mit dem getrockneten Schlamm 10 zusammengeführt. Über das Gebläse 15 wird 25 der gereinigte Brüden wieder der Trocknungsvorrichtung 3 zugeführt. Durch die vom teilentwässerten Schlamm 6 zugeführte Feuchtigkeit entsteht ein Brüdenüberschuß, der nach der Entstaubung einer Kondensations- und Reinigungsvorrichtung 26 zugeführt wird. Dort kondensiert 30 der Brüden und die nicht kondensierbaren Anteile werden dabei gleichzeitig gewaschen und, falls erforderlich, zur Desodorierung weitergeleitet.

35 Der getrocknete Schlamm 10 wird über die Entnahmeeinrichtung 17 und über Zellradschleusen 27, 28 und 29

Die Zuführeinrichtung 14 weist eine in der Funktion eines Granulators vorgesehene Granuliereinrichtung 14a auf. Durch diese wird ein Granulat 21 gebildet und über 5 einen Austrittsbereich 22 der Granuliereinrichtung 14a in die Wirbelschicht 20 des Trocknungsbehälters 13 gebracht.

In der Wirbelschicht 20 befinden sich Granulatkörper 10 in allen Stadien der Trocknung, die von überhitztem Wasserdampf umströmt, in Bewegung versetzt und somit getrocknet werden. Das neu eingebrachte Granulat 21 vermischt sich mit den bereits in der Wirbelschicht 20 befindenden Partikeln, deren große Anzahl und hoher 15 Trockensubstanzgehalt die Trocknung der neu zugeführten Partikel beschleunigt. Aufgrund der günstigen Ausbildung in kleinen Partikelabmessungen, wird eine gute Formstabilität und eine verhältnismäßig große Oberfläche erreicht.

20

Die Oberfläche des Granulats 21 trocknet bei diesen Verhältnissen schnell und verhindert so durch die rasche Überwindung der "Klebe- bzw. Leimphase" ein Verklumpen der Körner, obwohl das Innere der Partikel die 25 Bedingungen der Leimphase noch nicht überbrückt hat. Es entsteht ein steifes Außengerippe, bei einem noch weichen Innenbereich. Im Verlauf des Trocknungsvorganges trocknet das Granulat dann vollständig bis zu einem Trockensubstanzgehalt von mehr als 90 % aus. Dabei entsteht aufgrund des Schwundes und des Abriebes an 30 anderen Partikeln ein ungleichmäßig geformtes Trockengranulat mit Hohlräumen.

Durch das schnelle Antrocknen an der Oberfläche be- 35 hält das Granulat im wesentlichen seine durch die Ge-

Falls allerdings die energetisch günstige Brüdenkompression in die Anlage integriert werden soll, wird die Entstaubungsanlage 4 benötigt, da der Brüden vor 5 dem Eintritt in den Verdichter entstaubt werden muß.

Wie die vorstehende Beschreibung zeigt, läßt die Erfindung eine Vielzahl von Abwandlungen und Abänderungen zu, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

10

So kann z.B. das Granulat 21 im freien Fall auf die Wirbelschicht 20 aufgebracht werden. Dazu muß der Austrittsbereich 22 der Granuliereinrichtung 14a oberhalb der Wirbelschichtoberfläche 20a angeordnet sein. Von 15 Vorteil ist es dabei, wenn das Granulat 21 im Zuge seiner Aufbringung über die Oberfläche der Wirbelschicht 20a verteilt wird. Hierdurch kann eine größere Menge eingebracht und ein schnelles Antrocknen der Partikel erreicht werden.

20

Das Granulat 21 kann aber auch unmittelbar in die Wirbelschicht 20 eingebracht werden, wozu der Austrittsbereich 22 der Granuliereinrichtung 14a unterhalb der Wirbelschichtoberfläche 20a angeordnet wird. Dann 25 könnten sich evtl. im Auslaßbereich der Granuliereinrichtung angeklebte Partikel aufgrund der Einwirkung bereits getrockneter Partikel wieder ablösen.

Die Granuliereinrichtung 14a kann statt des Granulats 21 auch ein Vorprodukt hiervon, z.B. in Form von eingekerbten Stäben, erzeugen. Dies hat den Vorteil, daß sich der Stab über die Wirbelschicht 20 ausbreiten kann, dann bei einer gewissen Überdeckung abbricht, in die Wirbelschicht fällt und dort aufgeteilt wird. Hier-

entnommen. Über die Schnecke 8 und das Becherwerk 9 wird er schließlich zum Trockengutbunker 5 verbracht.

zur Verhinderung der Kondensation von Wasserdampf
5 in den Entnahmleitungen aus der Wirbelschicht 20 und der Entstaubungsanlage 4 sind diese bis zur Zellradschleuse 29 thermisch isoliert und beheizbar. Um Selbstentzündungen des ausgetragenen, getrockneten Schlamms auszuschließen, wird die Schnecke 8 gekühlt.

10

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist eine weitere Verfahrensvariante möglich, die sich besonders für Schlämme eignet, bei deren Trocknung nur wenig Staub entsteht. Im Unterschied zum vorstehend beschriebenen Verfahren wird nicht der gesamte den Trockner 3 beim Auslaß 24 verlassende Brüden zur Entstaubungsanlage 4 geführt, sondern nur der überschüssige aus dem Trocknungsgut ausgetriebene Brüden. Der überwiegende Teil des den Trockner 3 beim Auslaß 24 verlassenden Brüdens dient wiederum als Fluidisierungsmittel für die Wirbelschicht und als Wärmeträger und wird direkt über ein mit staubhaltigem Brüden beaufschlagbares Gebläse 15 ohne Entstaubung wieder in den Trockner geleitet. Bei dieser Verfahrensvariante reicht eine erheblich kleiner dimensionierte Entstaubungsanlage 4 aus.

Es ist auch möglich, auf die Entstaubungsanlage 4 zu verzichten und den überschüssigen, staubbeladenen Brüden direkt in die Kondensations- und Reinigungsanlage 26 zu leiten. In dieser Anlage 26 wird der Brüden z.B. mit Hilfe von eingesprühten kaltem Wasser kondensiert und der Staub in das Kondensat übergeführt. Das staubbeladene Kondensat kann dann in die Kläranlage geleitet werden.

diese zweite Stufe können sich entsprechend eine dritte und bei Bedarf noch weitere Stufen anschließen.

durch wird eine gute Verteilung des Granulats 21 auf die Wirbelschicht 20 erreicht.

Weiterhin ist es möglich den Trocknungsbehälter 13
5 mit einem geringfügigen Überdruck zu belegen, um das Eindringen von Luft zu verhindern. Durch einen leichten Unterdruck im Trocknungsbehälter 13 kann aber auch der Austritt von ungereinigtem Brüden vermieden werden.

10 Zur Senkung des Energieverbrauchs ist es möglich, die energetisch günstige Brüdenkompression in die Anlage zu integrieren. In diesem Fall wird der aus dem Klärschlamm ausgetriebene Brüden nicht, wie im Flußschema dargestellt, in der Kondensations- und Reini-
15 gungsvorrichtung 26 kondensiert, sondern z.B. mit einem Schraubenverdichter komprimiert und unter erhöhtem Druck in einem Wärmetauscher, z.B. dem in der Wirbel-
schicht 20 eingebauten Wärmetauscher 16, bei höherer Temperatur kondensiert. So wird ein wesentlicher Teil
20 der Verdampfungswärme des ausgetriebenen Wassers in den Trocknungsprozeß zurückgeführt und der Energieverbrauch gesenkt. Die Dampfversorgung 23 wird gegebenenfalls nur zum Anfahren der Anlage benötigt.

25

Zur Senkung des Energieverbrauchs ist es ferner möglich, die Trocknung mehrstufig durchzuführen. In diesem Fall wird die erste Wirbelschichttrocknung bei
30 einem hohen Systemdruck im Trockner durchgeführt. Der in dieser ersten Stufe ausgetriebene Brüden kann dann zur Kondensation in den Wärmetauscher eines Wirbel-
schichttrockners der zweiten, vergleichbar aufgebauten Stufe geleitet werden, in der die erfindungsgemäße
35 Trocknung bei niedrigerem Druck durchgeführt wird. An

Trockensubstanzgehalte von mindestens 90 % der Masse des getrockneten Produktes getrocknet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Trocknungsgas überhitzter Wasserdampf verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Verfahrensanlauf mit einer Wirbelschicht (20) aus bereits getrocknetem Schlamm (10) in Granulatform durchgeführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirbelschicht (20) mittels Wärmetauscher (16) beheizt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Heizmedium für die Wärmetauscher (16) Sattdampf mit einem Überdruck von vorzugsweise 5 bis 25 bar verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Trocknung bei einem geringfügig über dem Atmosphärendruck liegenden Druck durchgeführt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Trocknung bei einem geringfügig unter dem Atmosphärendruck liegenden Druck durchgeführt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der aus dem getrockneten Schlamm (10) ausgetriebene Brüden verdichtet und unter dem durch die Verdichtung erhöhten Druck vorzugsweise

Patentansprüche

5 1. Verfahren zur kontinuierlichen Trocknung von Protein
enthaltendem Schlamm, insbesondere Klärschlamm, in
einer Wirbelschicht (20), die von einem Trocknungsgas
durchströmt wird, wobei der Wirbelschicht (20) teilent-
wässerter Schlamm (6) in Granulatform (21) zugeführt
10 und getrockneter Schlamm (10) entnommen wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Granulatkörper ohne Zugabe von Trockensubstanz
15 ausgebildet werden und daß der Granuliervorgang vor-
zugsweise mit einer Pressung verbunden ist.

20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß das Granulat (21) oder ein Vorprodukt hiervon
unmittelbar nach seiner Erzeugung im freien Fall auf
die Wirbelschicht (20) aufgebracht wird.

25 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß das Granulat (21) oder ein Vorprodukt hiervon
unmittelbar in die Wirbelschicht (20) unterhalb von
deren Oberfläche (20a) eingebracht wird.

30 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
gekennzeichnet, daß die aufgebrachten Granulatkörper
(21) im Durchschnitt mit einem Durchmesser im Bereich
von 1 bis 10 mm, vorzugsweise 3 bis 7 mm, insbesondere
etwa 5 mm, verwendet werden.

35 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
gekennzeichnet, daß der teilentwässerte Schlamm (6) auf

richtung (14a) oberhalb der Oberfläche der Wirbelschicht (20a) angeordnet ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Austrittsbereich (22) der Granuliereinrichtung (14a) unterhalb der Oberfläche der Wirbelschicht (20a) angeordnet ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Granuliereinrichtung (14a) zur Erzeugung eines Vorproduktes des Granulats (21), z.B. in Form von eingekerbten Stäben, ausgebildet ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Granuliereinrichtung (14a) beim Granuliervorgang Preßkräfte auf die Granulatkörper ausübt.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die aufgebrachten Granulatkörper (21) im Durchschnitt einem Durchmesser im Bereich von 1 bis 10 mm, vorzugsweise 3 bis 7 mm, insbesondere etwa 5 mm, aufweisen.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß in der Wirbelschicht (20) wenigstens ein Wärmetauscher (16) mit Wärmetauscherflächen vorhanden ist, die vom Material der Wirbelschicht (20) beaufschlagbar sind.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Trocknungsbehälter (13) druckdicht ausgeführt ist.

in dem in der Wirbelschicht (20) untergebrachten Wärmetauscher (16) kondensiert wird.

13. Vorrichtung zur kontinuierlichen Trocknung von Protein enthaltendem Schlamm, insbesondere Klärschlamm, in einer Wirbelschicht (20),

mit einem Trocknungsbehälter (13), der einen unteren Vorlageraum (18) für Trocknungsgas und eine gasdurchlässige Abstützung (19) für die Wirbelschicht (20) aufweist,

mit einer Zuführeinrichtung (14) für den teilentwässerten Schlamm (6)

und mit einer Entnahmeeinrichtung (17) für den getrockneten Schlamm (10),

wobei die Zuführeinrichtung (14) eine Granuliereinrichtung (14a) aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

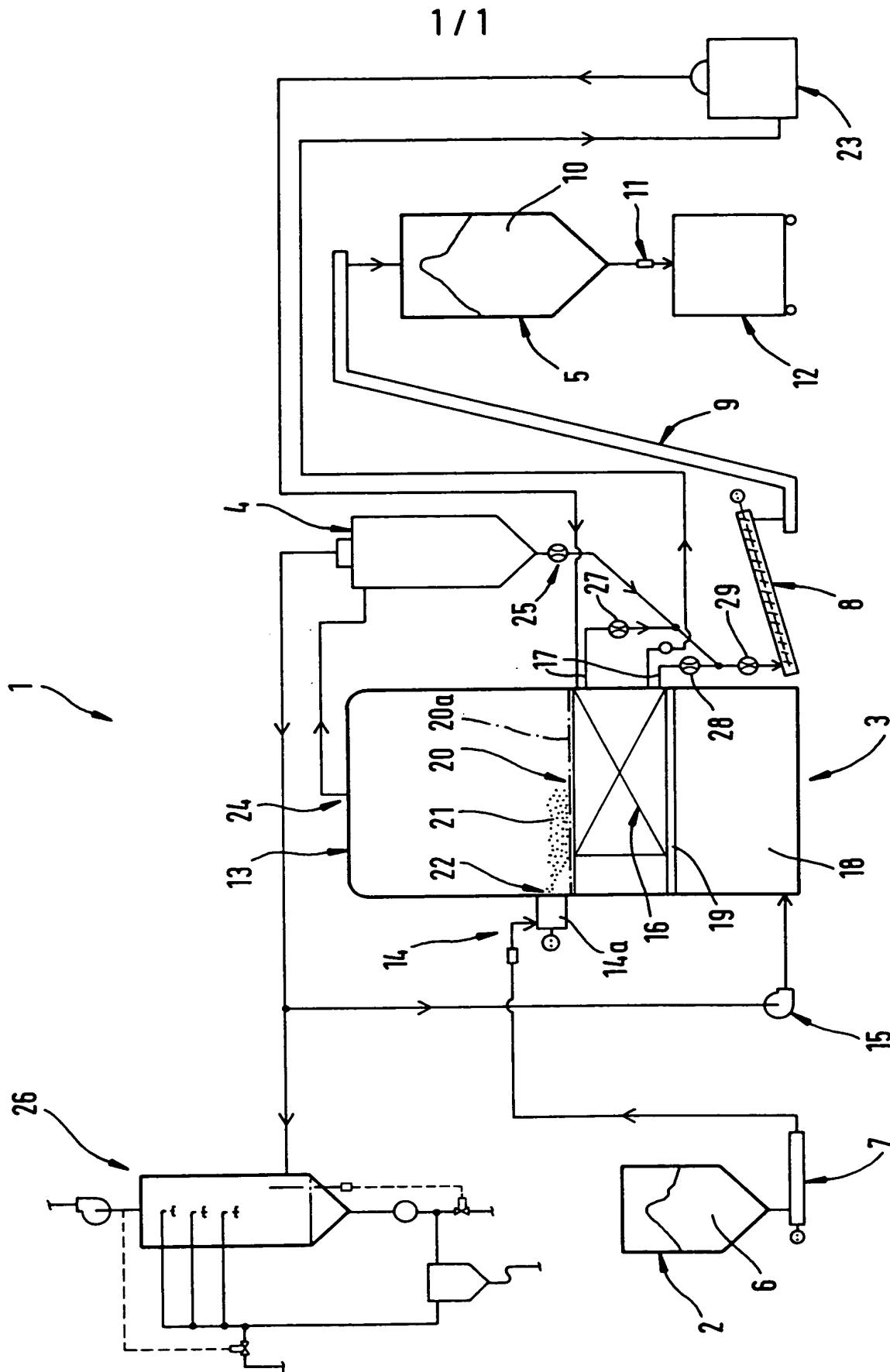
daß die Zuführeinrichtung (14) frei ist von einer Zumscheinrichtung für Trockensubstanz.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Austrittsbereich (22) der Granuliereinrichtung (14a) in Nachbarschaft oder innerhalb der Umfangswand des Trocknungsbehälters (13) und oberhalb der Abstützeinrichtung (19) für die Wirbelschicht (20) angeordnet ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Austrittsbereich (22) der Granulierein-

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 21, gekennzeichnet durch eine Einrichtung, enthaltend einen Verdichter und einen Kondensator, zur Wärmerückgewinnung der im ausgetriebenen Brüden enthaltenen Wärmeenergie.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

SA 36936

Information on patent family members

International application No.

05/09/96

PCT/EP 96/02633

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|---------|------------------|
| WO-A1- 8607049 | 04/12/86 | DE-A- | 3518323 | 27/11/86 |
| | | DE-A- | 3661136 | 15/12/88 |
| | | EP-A,B- | 0225351 | 16/06/87 |
| | | US-A- | 4768292 | 06/09/88 |
| WO-A1- 9413592 | 23/06/94 | DE-A- | 4242747 | 23/06/94 |
| | | EP-A- | 0674604 | 04/10/95 |
| EP-A1- 0543133 | 26/05/93 | DE-A- | 4138036 | 27/05/93 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 96/02633

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC6: C02F 11/12

According to International Patent Classification (IPC) or both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC6: C02F, B01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X | WO, A1, 8607049 (SEVAR ENTSORGUNGSSANLAGEN GMBH), 4 December 1986 (04.12.86), page 2, line 34 - page 3, line 4; page 4, line 22 - line 25; page 7, line 23 - line 27, claims 1-3 --- | 1,13 |
| A | WO, A1, 9413592 (DEUTSCHE BABCOCK ANLAGEN GMBH ET AL), 23 June 1994 (23.06.94), page 7, line 5 - line 13, figure 1, abstract --- | 1-22 |
| A | EP, A1, 0543133 (WALTHER & CIE. AKTIENGESELLSCHAFT), 26 May 1993 (26.05.93), column 2, line 9 - line 18 --- | 1-22 |
| | ----- | |

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 October 1996 (08.10.96)

Date of filing of the international search report

31 October 1996 (31.10.96)

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

SA 36936

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentsfamilie gehören

05/09/96

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 96/02633

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentsfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|------------------------------------|---------|-------------------------------|
| WO-A1- 8607049 | 04/12/86 | DE-A- | 3518323 | 27/11/86 |
| | | DE-A- | 3661136 | 15/12/88 |
| | | EP-A, B- | 0225351 | 16/06/87 |
| | | US-A- | 4768292 | 06/09/88 |
| WO-A1- 9413592 | 23/06/94 | DE-A- | 4242747 | 23/06/94 |
| | | EP-A- | 0674604 | 04/10/95 |
| EP-A1- 0543133 | 26/05/93 | DE-A- | 4138036 | 27/05/93 |

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPC6: C02F 11/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPC6: C02F, B01J

Recherte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X | WO, A1, 8607049 (SEVAR ENTSORGUNGSANLAGEN GMBH), 4 Dezember 1986 (04.12.86), Seite 2, Zeile 34 - Seite 3, Zeile 4; Seite 4, Zeile 22 - Zeile 25; Seite 7, Zeile 23 - Zeile 27, Ansprüche 1-3 --- | 1,13 |
| A | WO, A1, 9413592 (DEUTSCHE BABCOCK ANLAGEN GMBH ET AL), 23 Juni 1994 (23.06.94), Seite 7, Zeile 5 - Zeile 13, Figur 1, Zusammenfassung --- | 1-22 |
| A | EP, A1, 0543133 (WALTHER & CIE. AKTIENGESELLSCHAFT), 26 Mai 1993 (26.05.93), Spalte 2, Zeile 9 - Zeile 18 ----- | 1-22 |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen.

Siehe Anhang Patentfamilie.

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:
 - "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - "B" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfundanischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfundanischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

8 Oktober 1996

31.10.96

Nahme und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Bevollmächtigter Bediensteter



Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL-2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+ 31-70) 340-3016

INGER LÖFGREN